

⑯ 日本国特許庁 (JP) ⑯ 特許出願公開
 ⑯ 公開特許公報 (A) 昭57-173814

⑯ Int. Cl.³
 G 02 F 1/03
 # G 02 B 5/174
 G 02 F 1/31

識別記号

厅内整理番号
 7529-2H
 8106-2H
 7529-2H

⑯ 公開 昭和57年(1982)10月26日
 発明の数 2
 審査請求 未請求

(全 6 頁)

⑯ 光分岐導波路

⑯ 特願 昭56-60215

⑯ 出願 昭56(1981)4月20日

⑯ 発明者 川口隆夫

門真市大字門真1006番地松下電
器産業株式会社内

⑯ 発明者 黄地謙三

門真市大字門真1006番地松下電
器産業株式会社内

⑯ 発明者 和佐清孝

門真市大字門真1006番地松下電
器産業株式会社内

⑯ 発明者 三露常男

門真市大字門真1006番地松下電
器産業株式会社内

⑯ 出願人 松下電器産業株式会社

門真市大字門真1006番地

⑯ 代理人 弁理士 中尾敏男 外1名

明細書

1. 発明の名称

光分岐導波路

2. 特許請求の範囲

(1) 基板の表面を被膜で覆い、この被膜に所定形状の溝を設けかつこの溝に光伝搬媒体を埋設することにより、少なくとも1本の入光側光導波路と少なくとも2本の出光側導波路とを形成し、少なくとも前記入光側光導波路と前記出光側導波路との接合部上にバッファ層を設け、このバッファ層上に前記入光側光導波路からの光を前記出光側導波路へ選択通過させる電極を印加する電極を形成したことを特徴とする光分岐導波路。

(2) 光伝搬媒体の光の屈折率が、被膜および基板の表面部の光の屈折率より大きいことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の光分岐導波路。

(3) 基板の表面が、MgO, α -Al₂O₃ (サファイア), スピネル, SrTiO₃のうちの少なくとも一種で構成され、かつ光伝搬媒体が、BaTiO₃,

PbTiO₃, PLZT系化合物の少なくとも一種で構成されたことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の光分岐導波路。

(4) 基板の表面をBGO (Bi₁₂GeO₂₀)で構成し、かつ光伝搬媒体をBTO (Bi₁₂TiO₂₀)あるいは、BSO (Bi₁₂SiO₂₀)で構成したことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の光分岐導波路。

(5) 基板の表面をLiTaO₃で構成し、かつ光伝搬媒体をLiNbO₃で構成したことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の光分岐導波路。

(6) 基板の表面をGaPで構成し、かつ光伝搬媒体をGaAsで構成したことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の光分岐導波路。

(7) 基板の表面を α -Al₂O₃で構成し、かつ光伝搬媒体をZnO, ZnS, CdS, ZnSe, ZnTeのうち一種で構成したことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の光分岐導波路。

(8) バッファ層の光の屈折率が、光伝搬媒体の光の屈折率より小さく、かつ前記バッファ層が非

圧電性の誘電体であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の光分岐導波路。³⁻¹⁻¹

(9) パッファ層が SiO_2 , MgO , $\alpha-Al_2O_3$ (サファイア), スピネル, $SrTiO_3$, GaP の少なくとも一種で構成されたことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の光分岐導波路。

(10) 電極を Au , Ag , Pt , Cu , Al の金属の少なくとも一種で構成したことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の光分岐導波路。

(11) 電極が透明導電膜で構成されたことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の光分岐導波路。

(12) 基板の表面を被膜で覆い、この被膜に所定形状の溝を設けかつこの溝に光伝搬媒体を埋設することにより少なくとも1本の入光側光導波路と少なくとも2本の出光側導波路とを形成し、前記入光側光導波路と前記出光側導波路との接続部またはその近傍に前記入光側光導波路からの光を前記出光側導波路へ選択通過させる電圧を印加する電極を直接形成したことを特徴とする光分岐導波路。

基板11の上に、硼珪酸ガラスからなる薄層12を設ける。また拡散型では、例えば、 $LiNbO_3$ 単結晶基板13の表面に、 Ti の拡散層14を設ける。

この種の従来の光導波路を用いて、例えば分岐光導波路を形成あるいはこれらを集積化した光ICを形成する場合、リッジ型は、表面に段差があるため、この光導波路の上に、例えば分岐光導波路を形成し難いという欠点がある。また、拡散型光導波路の例では、導波路の境界が不明確であり、例えば同一表面に二次元的に複数の分岐光導波路を集積化する場合、集積度に限界があるという欠点がある。

本発明は、これらの光分岐導波路の構造とその構成材料に改良を加え、従来の光分岐導波路の欠点を除去するものである。

したがって、本発明の目的は、小型光デバイスあるいは光ICに用いる光分岐導波路の構造とその構成材料を与える。

以下、図面を用いた実施例により、本発明を説

特開昭57-173814(2)
(3) 電極が透明導電膜で構成されたことを特徴とする特許請求の範囲第1・2項記載の光分岐導波路。

(4) 電極が SnO_2 , In_2O_3 あるいは ITO (In_2O_3 - SnO_2) の透明導電物質の少なくとも一種で構成されたことを特徴とする特許請求の範囲第1・3項記載の光分岐導波路。

3. 発明の詳細な説明

本発明は、光分岐導波路に関するものであり、特に光IC用の薄膜光分岐導波路を提供するものである。

電子回路で電気を導くのに導線を使用するよう、またマイクロ波回路では導波管を使用するよう、光信号処理システムあるいは光ICでは、各種の光導波路が必要になる。

小形化光デバイスあるいは光ICに用いる光導波路、例えば分岐光導波路は、従来例えば第1図(a), (b)に示すような、リッジ型(a)あるいは拡散型(b)の導波路を用いて形成していた。この場合、導波路はリッジ型では、例えば石英ガラスからなる

明する。

第2図は本発明にかかる光分岐導波路を示す。すなわち本発明の光分岐導波路21は、少なくとも表面221を保護被膜231で覆われた基板22と、この保護被膜231に設けたU字溝232と、このU字溝232内に埋設された光伝搬媒体233とからなる光導波路23を用いている。また、分岐導波路21の入光部側は少なくとも1つの光導波路234を有し、また出力部側は光導波路234と連続した少なくとも2つの光導波路235を有する。光導波路23の分岐部236上にパッファ層24を設け、さらにこの光導波路23の分岐部236において、入光部側の光導波路234および出光部側の光導波路235へと連続して電極251を設けている。さらに、この電極251に並列して対向電極252を設けスリット電極253としている。

この場合、光分岐導波路21の光導波路23において、少なくとも光伝搬路23は、少なくとも該伝搬媒質233の光の屈折率が該基板22およ

び該保護被膜 231 の光の屈折率より大きくする。

第2図に示すとく、本発明の実施例にかかる光分岐導波路は、その表面が平坦な基板を用いている。また、基板部のU字溝の形成と、光伝搬媒質のU字溝への埋込みは、通常の半導体プロセス例えば蒸着プロセスとホトリソプロセスで形成できるから、従来の拡散型に見られたような光導波部の面内での広がりが少なく、第2図に示すようなシャープな光導波路断面が実現できる。このため、本発明にかかる光分岐導波路は、光デバイスの高密度化、IC化に有効となる。

発明者らは、この種の光分岐導波路に、最適の構成材料があることを見い出し、それに基づき、高性能の小型薄膜光分岐導波路を作製した。

第2図の光分岐導波路21の光導波路23において光伝搬媒体233をBaTiO₃、PbTiO₃、PLZT系化合物のうちの少なくとも一種で構成し、かつ基板の表面221をMgO、スピネル、 α -Al₂O₃、SiTiO₃のうち少なくとも一種で構成するのが適している。

(α -Al₂O₃)単結晶板が適し、表面保護層およびバッファ層に石英ガラスが適し、スリット電極に例えれば蒸着Alが適していることを確認した。すなわち、この種の構成材料では、スパッタリング法および真空蒸着法という薄膜形成技術を導入することにより、比較的低温で、本発明にかかる構造の光分岐導波路が実現でき、光ICなど、光集積化デバイスの実現に有効である。

以下、さらに具体的に、本発明の一実施例にかかる光分岐導波路の形成手順と構成材料要素を説明する。すなわち、本実施例にかかる光分岐導波路は、まず、例えればサファイア(0001)面の単結晶板を基板にし、この上に、例えれば石英ガラス膜を厚さ0.2μm程度例えれば高周波スパッタリングで蒸着する。この場合、蒸着時の基板の温度は、200～300°C程度である。この石英ガラス膜を通常の半導体製造プロセスに用いる例えればフォトリソ加工により、U字溝を形成し表面保護膜にする。次に、このU字溝部に、再び高周波スパッタリングで、PbTiO₃薄膜を、石英ガラスの厚

特開昭57-173814(3)

第2図に示すように光導波路23にスリット電極25を装荷する場合、光の損失を生じるため、光導波路23とスリット電極25との間に損失の少ない誘電体、たとえばSiO₂、MgO、 α -Al₂O₃(サファイア)、スピネル、SrTiO₃、GaPの少なくとも一種で構成したバッファ層24を挿入することにより損失の軽減化を図ることができる

ことを確認した。第2図に示すスリット電極25にAu、Ag、Pt、Cu、Alの金属の少なくとも一種で構成すれば有効であることを確認した。また、スリット電極25に透明導電膜を用いても有効であることを確認した。この場合、例えれば透明導電膜にSnO₂、In₂O₃、ITO(In₂O₃-SnO₂)を用いればよい。また、これらのスリット電極に他の透明導電膜を用いても同様の効果が得られることを確認した。

すなわち、発明者らは、第2図の光分岐導波路の構成とその実現の可能性について、構成材料を変えて探索した結果、例えれば、光伝搬媒体として、PbTiO₃薄膜が適し、基板にサファイア(α -

Al₂O₃)だけ蒸着する。この場合、基板温度を600°C程度にし、化学組成がPbTiO₃の化学当量比からのずれがないようにすると、(111)面のPbTiO₃の透明な単結晶薄膜が形成される。

このように形成された光導波路基板上に例えれば石英ガラスを厚さ0.1μm程度高周波スパッタリング等で蒸着し、バッファ層とする。さらに例えればAl膜を例えれば0.2μm真空蒸着し、更に通常のフォトリソ加工等によりスリット電極を形成する。この場合スリット電極を例えれば第2図のごとく一方の電極を光導波路上に他方の電極を光導波路外に近接して並置し、両電極間に直流電界を印加すると光導波路内ではほぼ電界が基板膜面と垂直方向すなわちPbTiO₃単結晶膜の(111)軸方向に加わる。

この場合PbTiO₃のポッケルス定数最大の結晶光学軸は(001)軸であるので加えた電界のおよそ方が、屈折率の変化△nに寄与する。このため、例えれば第2図において入光部側の光導波路234から入射した光は△nだけ屈折率の小さくなつた

光導波路へは進行せず他の屈折率の大きい光導波路へ偏向される。この偏向の度合は $(\Delta n)^3$ に比例する。すなわち印加電界に比例するため、シリット電極に例えば0~100V印加することにより入射光を連続的に分岐することができ、本実施例にかかる光分岐導波路が効果的に実現される。

また、シリット電極は出光部側の導波路ごとに設けなくてもよいが、全ての出光部導波路にシリット電極を設けることにより任意の強度でありかつ低損失で出光させることができる利点を有する。

以上の説明では、光分岐導波路の基板としてサファイア(0001)面単結晶板について述べたが、同様な効果は、MgO, SrTiO₃単結晶の(100)面や、スピネル(MgO-Al₂O₃)単結晶の(110)面を基板に用いても得られることが確認された。この場合は、PbTiO₃薄膜は(001)面が成長する。

さらに、光伝搬媒体も、PbTiO₃以外に、BaTiO₃や、PLZT系薄膜例えばPLZT(9/66/36), PLT, PZTなどのペロブスカイト構造の薄膜でも、PbTiO₃と同様の形成プロセスで形成で

き電気光学効果も大きく、本発明にかかる光分岐導波路の構成材料として有効である。

さらに、光分岐導波路の構成材料として、基板としてBGO(Bi₁₂GeO₂₀)単結晶を用い、光伝搬媒体としてBTO(Bi₁₂TiO₂₀)あるいはBSO(Bi₁₂SiO₂₀)薄膜を用いることも可能である。

なお、同様の効果を示す構成材料として、基板材料としてLiTaO₃単結晶板が、光伝搬媒体材料としてLiNbO₃薄膜があることを発明者らは確認した。

以上の説明では、表面保護層およびバッファ層として、石英ガラスについて述べたが、表面保護層としては、その光の屈折率が光の伝搬媒体より小さく、またH字構が例えればホトエッチ法で容易に形成できさえすればよく、またバッファ層はその光の屈折率が光の伝搬媒体より小さければよく、これらは石英ガラスに限定されたものではない。例えば、硼珪酸ガラス、ソーダガラスの他、窒化シリコン等も使用できる。

また、実施例で示した、基板あるいは光伝搬媒体の材料以外でも、化学組成やその結晶方位等を変化させることにより、本発明の主旨と同様の効果を得ることができる。

例えば、III-V族化合物でも本発明の構成の基本条件さえ満足されていれば用いることができ、例えば基板にGaPを、光伝搬媒体をGaAsにすることができる。この場合、赤外線用の光導波路として有効である。また、II-VI族化合物も構成材料として使用でき、例えば基板にZnSe単結晶を、光伝搬媒体をZnTeにすることができる。

また、これらのII-VI族化合物、例えばZnO, ZnS, CdS, ZnSe, ZnTeを光伝搬媒体に用い、基板に α -Al₂O₃を用いてもよい。例えば、ZnOを光伝搬媒体に用いる場合、例えば、(0001)面あるいは(011-2)面の α -Al₂O₃単結晶の基板を用い、ZnO膜を例えばマグネットロンスパッタで蒸着すると、スパッタ蒸着中の基板温度が、300~400°Cという低温でも、光伝搬損失が例えば2dB/cm以下という良好な単結晶薄膜がエピタキ

シャル成長し、この種の光導波路の形成に有用であることを本発明者らは確認している。

また基板に課せられる特性も、必ずしも基板全体に要求されることではなく、基板の表面さえ満足されればよい。

発明者らは、さらに本発明にかかる構成の光分岐導波路において、バッファ層とシリット電極の材料に改良を加えた。すなわち、これらの構成材料として、透明導電膜例えはIn₂O₃, SnO₂あるいはITO(In₂O₃-SnO₂)などで、シリット電極を構成すると、バッファ層が不要になることを発見し、この発見にもとづき、バッファ層を要しない構成の光分岐導波路を発明した。

この構成における透明導電膜は、例えはRF-スパッタとりわけマグネットロン型RFスパッタを用いると、100°C以下の低温でも容易に形成でき、しかもその光学的特性が良好であるを確認している。この構成は低温で形成でき、しかも構造が簡単であるため光ICなどの集積化光デバイスの形成にはより有効である。

發明者 次に本発明¹⁵ は光分岐用導波路用の光導波路として、第2図に示す構成のものを用いたが、第3図、第4図に示す構成の光導波路を用いても、本発明の光分岐導波路と同様の効果が得られるこ^ととを見い出した。

即ち、第3図は少なくとも表面にU字溝31が設けられた基板32と、このU字溝31内に埋設された光伝搬媒体33とから構成された光導波路を示す。

第4図は、表面U字溝41が設けられた結晶性基板42と、このU字溝41の内側面に被覆されたガラス質薄層43と、このU字溝41内に埋設された光伝搬媒体44とから構成された光導波路を示す。

これらの構造を有する光導波路を用いれば導波路の境界が明確であり、表面に段差がないので三次元的な構成が可能で第2図に示したものと同様の効果を有する光分岐用を得られる。

更に光分岐導波路用の基板として、第5図に示す構成の光回路用基板を用いても、本発明と同様

特開昭57-173814(5)
の効果があることを見出した。

第5図は本発明にかかる光分岐導波路に用いる基板の他の実施例である。すなわち、この基板は少なくとも表面を光伝搬媒体質層51で覆われた基板52と、この光伝搬媒体質層51と基板52との界面に設けられた基板バッファ層53とから構成されている。この場合、光が光伝搬媒体53のみを通過するべく、該基板バッファ層が、該光伝搬媒体質層と接する面において、該基板バッファ層の光の屈折率を小さくする。この場合、基板52の屈折率が光伝搬媒体質層51の屈折率より大きい場合でも、光伝搬媒体質層の光の屈折率より小さい基板バッファ層を用いることにより特性の優れた光回路用基板が形成される。したがって、この光回路用基板を用いても本発明と同等の光分岐導波路を形成することができる。

この種の光分岐導波路を用いると従来の拡散型に見られたような光導波路部の面内での広がりがなく形成できるので、分岐部の電極長を従来のTi拡散LiNbO₃導波路の約50μm以上から、例え

ばPbTiO₃、PLZT系化合物の少なくとも一種で構成した導波路を用いることにより10μm以下で光分岐導波を形成することができる。

かつ、この種のポッケルス定数の大きい物質を用いることにより屈折率の差 Δn を低電圧で容易に得るので、光の偏向性がよい。このため出力光の消光比を従来の10dBをはるかに上回り20dBが得られ、光スイッチとしても実用に供しうるものである。

以上の説明から明らかなどとく、本発明にかかる光分岐導波路は、表面が平滑な光導波路用基板に形成されているため、その光分岐路の加工精度は、現在の半導体製造プロセスを用いれば、1μm以下、所謂サブミクロンの範囲まで可能である。したがって、本発明にかかる光分岐導波路は、光デバイスの小型化、集積化、光IC等の集積化機能デバイスの形成に有効である。

4. 図面の簡単な説明

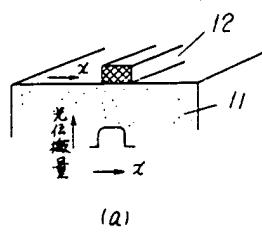
第1図(a)、(b)は従来の薄膜光導波路の構造を示す図、第2図は本発明の一実施例にかかる光分岐

18 導波路の構造を示す図、第3図は光分岐導波路に用いる光導波路の一実施例を示す図、第4図は光分岐導波路に用いる光導波路の他の実施例を示す図、第5図は光分岐導波路に用いる基板の実施例を示す図である。

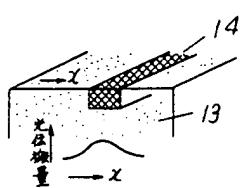
21 ……光分岐導波路、22 ……基板、23 ……光導波路、24 ……バッファ層、26 ……シリコート電極、231 ……保護被膜、232 ……U字溝、233 ……光伝搬媒体、234, 235 ……光導波路、251, 252 ……電極。

代理人の氏名 弁理士 中尾敏男 ほか1名

第 1 図

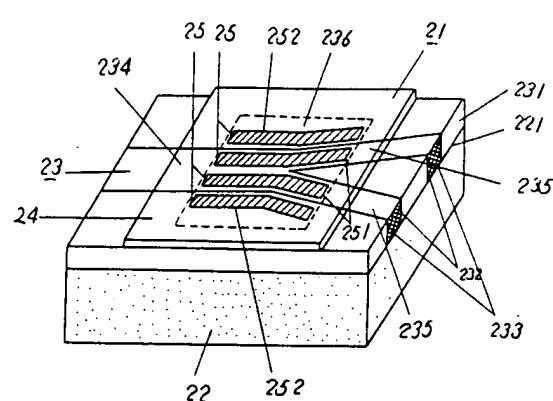


(a)

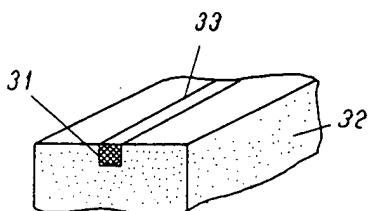


(b)

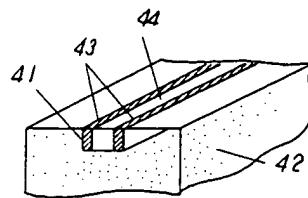
第 2 図



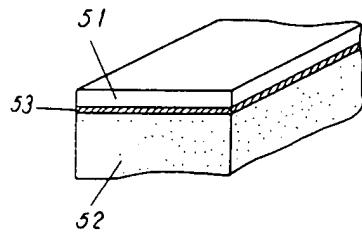
第 3 図



第 4 図



第 5 図



(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 57173814 A

(43) Date of publication of application: 26 . 10 . 82

(51) Int. Cl

G02F 1/03

// G02B 5/174

G02F 1/31

(21) Application number: 56060215

(22) Date of filing: 20 . 04 . 81

(71) Applicant: MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(72) Inventor: KAWAGUCHI TAKAO
OCHI KENZO
WASA KIYOTAKA
MITSUYU TSUNEO

(54) OPTICAL WAVEGUIDE BRANCHING DEVICE

(57) Abstract:

PURPOSE: To make a device small-sized, especially for an optical IC, by providing a protective film on the surface of a substrate, providing a branch waveguide consisting of an optical propagation medium, in a U-groove provided on the protective film, providing a buffer layer on this branch part, and also providing an electrode for making a light beam selectively pass through to a light emission side waveguide, on side layer.

CONSTITUTION: On a substrate 22 of a sapphire, etc., a protective film 231 is formed by SiO_2 , etc., and on the film 231, an optical branch waveguide 23 consisting of a U-groove 232 and an optical propagation medium 233 embedded in this groove is formed. On a branch part 236 of a light incidence side waveguide 234 and a light emission side waveguide 235, a buffer layer 24 is formed. On the layer 24, a voltage applying electrode 251 and an opposed electrode 252 for making a light beam from the light incidence side waveguide selectively pass through to the light emission side are provided. The optical propagation medium 233 uses a material such as PbTiO_3 , etc. whose refractive index is larger than that of the substrate 22, the film 231 and the buffer layer 24. The electrodes 251, 252 are formed by Au, Al, a transparent conductive substance, etc. In this way,

it is possible to obtain an optical waveguide branching device which is small-sized and thin, and excellent in its integration degree, and is used for a small-sized optical device.

COPYRIGHT: (C)1982,JPO&Japio

